

学校编码: 10384

分类号 \_\_\_\_\_ 密级 \_\_\_\_\_

学号: X2008230068

UDC \_\_\_\_\_

厦 门 大 学

工 程 硕 士 学 位 论 文

基于 RFID 技术的仓储管理系统研究与实现

Research and Implementation of Warehouse Management  
System Based on RFID

郑 惠 权

指导教师姓名: 林坤辉教授

专 业 名 称: 软 件 工 程

论文提交日期: 2012 年 10 月

论文答辩时间: 2012 年 11 月

学位授予日期:        年    月

答辩委员会主席: \_\_\_\_\_

评 阅 人: \_\_\_\_\_

2012 年 10 月

# 厦门大学学位论文原创性声明

本人呈交的学位论文是本人在导师指导下，独立完成的研究成果。本人在论文写作中参考其他个人或集体已经发表的研究成果，均在文中以适当方式明确标明，并符合法律规范和《厦门大学研究生学术活动规范（试行）》。

另外，该学位论文为（  
）课题（组）  
的研究成果，获得（  
）课题（组）经费或实验室的  
资助，在（  
）实验室完成。（请在以上括号内填写课题或课题组负责人或实验室名称，未有此项声明内容的，可以不作特别声明。）

声明人（签名）：

年 月 日

## 厦门大学学位论文著作权使用声明

本人同意厦门大学根据《中华人民共和国学位条例暂行实施办法》等规定保留和使用此学位论文，并向主管部门或其指定机构送交学位论文（包括纸质版和电子版），允许学位论文进入厦门大学图书馆及其数据库被查阅、借阅。本人同意厦门大学将学位论文加入全国博士、硕士学位论文共建单位数据库进行检索，将学位论文的标题和摘要汇编出版，采用影印、缩印或者其它方式合理复制学位论文。

本学位论文属于：

（        ） 1. 经厦门大学保密委员会审查核定的保密学位论文，  
于        年        月        日解密，解密后适用上述授权。

（    ☒    ） 2. 不保密，适用上述授权。

（请在以上相应括号内打“√”或填上相应内容。保密学位论文应是已经厦门大学保密委员会审定过的学位论文，未经厦门大学保密委员会审定的学位论文均为公开学位论文。此声明栏不填写的，默认为公开学位论文，均适用上述授权。）

声明人（签名）：

年        月        日

## 摘 要

随着经济全球化和一体化趋势的加快，国际物流行业得到了迅猛发展，对物流管理系统支撑平台信息化、自动化提出了更高的要求。传统的物流仓储管理系统大多采用条码扫描技术作为货物流和信息流同步的载体，条码技术由于存在信息无法更改、存储容量小、读取信息不方便等缺点已无法满足现代物流系统的要求。

RFID 作为一项新型识别技术，由于其识别速度快、环境适应性强、无需人工干预和信息存储等特点，在仓储管理系统中作为信息传递的载体，具有得天独厚的优势。RFID 引入仓储管理系统可以大大提高入库、出库、盘点、补货等工作的效率，既是提高企业自身效率的需要，也是国际化物流企业技术应用的趋势。

本文探讨基于 RFID 技术的仓储管理系统。首先，分析 RFID 技术的国内外研究现状，阐述本系统研究所涉及的关键技术理论，包括 RFID 工作原理、RFID 系统构成、EPC 架构与物联网。其次，针对传统仓储管理系统的问题，提出了基于 RFID 技术的仓储管理系统流程优化。最后，在需求分析基础上对系统进行总体和详细设计。其中，包括硬件层、软件层和网络拓扑结构的设计、数据库设计和系统功能模块的设计。系统设计采用 B/S 模式，基于 Java EE 平台，符合分层架构设计思想，具有高内聚、低耦合、可扩展、易维护等特点。

**关键词：**RFID；仓储管理；Java EE

## **Abstract**

With the acceleration of economic globalization and integration trends, the international logistics industry develops rapidly. So the higher requirement has been put forward for the automation of the logistics management system. Most traditional logistics warehouse management system use bar code scanning technology as the carrier of goods and information flow. Barcode technology has been unable to meet the requirements of modern logistics system due to the shortcomings such as the storage capacity, inconvenient for get information.

RFID is a new recognition technology. Due to the recognition speed, adaptability to environment, without human intervention, and information storage characteristics, RFID has its advantage as the carrier of the transmission of information in Warehouse Management System. Introduction of RFID in a warehouse management system can greatly improve the storage, warehousing, inventory, replenishment work efficiency. It is the need for improving enterprise efficiency, also the trend of international logistics enterprises.

This dissertation discusses the warehouse management system based on RFID technology. Firstly, analysis of RFID application status at domestic and abroad, quoted the key knowledge what developed this system depended on, including operating principle of RFID technology, RFID system construction, EPC architecture and the Internet of Things. Secondly, aiming at the problem of traditional warehouse management system, process optimization has been put forward for the warehouse management system based on RFID technology. Finally, base on the requirement to design the whole system overall and details, which including hardware, software and network topology structure design, the database design and the system function module design. The system is designed with B/S model, based on Java EE platform, consistent with the hierarchical architecture design with high cohesion, low coupling, scalable, easy maintenance features.

**Key Words:** RFID; Warehouse Management; Java EE

# 目 录

<b>第一章 绪 论</b> .....	<b>1</b>
1.1 研究背景及意义 .....	1
1.2 国内外研究现状分析 .....	2
1.3 主要工作与章节安排 .....	3
1.3.1 主要工作.....	3
1.3.2 章节安排.....	3
<b>第二章 RFID 技术概述</b> .....	<b>5</b>
2.1 RFID 工作原理.....	5
2.2 RFID 系统构成.....	6
2.2.1 RFID 标签 .....	6
2.2.2 阅读器.....	7
2.2.3 天线.....	8
2.3 EPC 架构与物联网 .....	8
2.3.1 EPC 编码 .....	10
2.3.2 EPC 中间件 .....	10
2.3.3 对象名解析服务（ONS） .....	11
2.3.4 EPC 信息服务（EPC-IS） .....	12
2.4 本章小结 .....	13
<b>第三章 系统流程设计</b> .....	<b>14</b>
3.1 仓储管理系统概念 .....	14
3.2 传统仓储管理系统的问题 .....	14
3.3 系统流程设计 .....	15
3.3.1 入库流程.....	16
3.3.2 盘点流程.....	17
3.3.3 出库流程.....	18
3.4 本章小结 .....	19

---

<b>第四章 系统需求分析 .....</b>	<b>20</b>
<b>4.1 需求概述 .....</b>	<b>20</b>
<b>4.2 UML 需求建模 .....</b>	<b>20</b>
4.2.1 系统用例图.....	21
4.2.2 用例活动图.....	22
<b>4.3 本章小结 .....</b>	<b>31</b>
<b>第五章 系统设计实现 .....</b>	<b>32</b>
<b>5.1 总体架构设计 .....</b>	<b>32</b>
5.1.1 硬件层设计.....	33
5.1.2 软件层设计.....	37
5.1.3 网络拓扑结构.....	39
<b>5.2 数据库表设计 .....</b>	<b>40</b>
<b>5.3 功能模块设计 .....</b>	<b>44</b>
5.3.1 仓储管理.....	45
5.3.2 报表中心.....	49
5.3.3 基础数据维护.....	49
5.3.4 系统管理.....	52
<b>5.4 本章小结 .....</b>	<b>53</b>
<b>第六章 总结与展望 .....</b>	<b>54</b>
<b>参考文献.....</b>	<b>55</b>
<b>致谢.....</b>	<b>58</b>

---

## Contents

<b>Chapter 1</b>	<b>Introduction.....</b>	<b>1</b>
1.1	Research Background and Meaning .....	1
1.2	Up-to-date Research Both Here and Abroad .....	2
1.3	The Main Work and Chapter Arrangement .....	3
1.3.1	Main Work .....	3
1.3.2	Chapter Arrangement .....	3
<b>Chapter 2</b>	<b>Overview of RFID Technology .....</b>	<b>5</b>
2.1	Operating Principle of RFID .....	5
2.2	System Construction of RFID.....	6
2.2.1	RFID Tag.....	6
2.2.2	Reader .....	7
2.2.3	Antenna .....	8
2.3	EPC and the Internet of Things.....	8
2.3.1	EPC Code.....	10
2.3.2	EPC Middleware .....	10
2.3.3	Object Naming Service .....	11
2.3.4	EPC Information Service .....	12
2.4	Chapter Conclusion .....	12
<b>Chapter 3</b>	<b>System Process Design.....</b>	<b>14</b>
3.1	Concept of Warehouse Management System .....	14
3.2	Problem of Traditional Warehouse Management System .....	14
3.3	System Process Design .....	15
3.2.1	Inbound Process .....	16
3.2.2	Counting Process .....	17
3.2.3	Outbound Process .....	18



---

3.4	Chapter Conclusion .....	
<b>Chapter 4</b>	<b>System Requirement Analysis .....</b>	<b>20</b>
4.1	Requirement Overview .....	20
4.2	UML Requirement Modeling.....	20
4.2.1	System Use Case .....	21
4.2.2	Activity Diagrams .....	22
4.3	Chapter Conclusion .....	31
<b>Chapter 5</b>	<b>System Design and Implementation.....</b>	<b>32</b>
5.1	Overall Architecture Design .....	32
5.1.1	Hardware Layer Design .....	33
5.1.2	Software Layer Design .....	37
5.1.3	Network Topology .....	39
5.2	Structure Design of the Database Table .....	40
5.3	Function Module Design.....	44
5.3.1	Warehouse Management .....	45
5.3.2	Report Center .....	49
5.3.3	Basic Data Maintenance .....	49
5.3.4	System Management .....	52
4.5	Chapter Conclusion .....	53
<b>Chapter 6</b>	<b>Conclusions and Future Work.....</b>	<b>54</b>
<b>References</b>	<b>.....</b>	<b>55</b>
<b>Acknowledgements</b>	<b>.....</b>	<b>58</b>

## 第一章 绪论

### 1.1 研究背景及意义

在经济全球化的背景下，现代物流也进入了一个快速发展的轨道。作为连接生产和消费的重要环节，物流被认为企业的“第三利润源”。仓储管理是对仓库及仓库内的物资所进行的管理，是仓储机构为了充分利用其具有的仓储资源，提供高效的仓储服务所进行的计划、组织、控制和协调过程。仓储管理是现代化物流的核心，保证了企业的及时进货、合理库存和发货的响应速度。

仓储管理系统（Warehouse Management System）是一个实时的计算机软件系统，它能够按照运作的业务规则和运算法则，对信息、资源、行为、存货和分销运作进行更完美地管理，使其最大化满足有效产出和精确性的要求。随着信息化技术的发展，大部分企业已经在使用仓储管理系统。仓储管理系统对于企业提高操作效率、降低库存、制定合理计划、降低成本和提供及时数据分析等方面起到了关键作用，是企业提高运营水平，保持核心竞争力的基础。

在现代化的供应链体系中，仓储管理是供应链管理的核心环节。作为供应链的一种平衡机制，对仓储管理系统也提出了更高的要求。随着自动化程度的高度集中，传统仓储管理系统的弊端也在逐步显现，其数据采集的方式和载体主要还是传统的条形码技术，甚至手工的票据形式。条形码技术虽然成本较低，但具有容易破损、丢失，存储容量小、信息无法更改等缺陷。另外，条形码必须通过人工扫描的方式，才能获取信息，对于大数据量的仓储系统，不能及时响应和数据共享。

RFID（Radio Frequency Identification），即射频识别，是非接触式自动识别技术的一种。RFID 具有非接触性、存储量大、耐高温、信息可修改、高效和自动化等特点。RFID 系统通过读取电子标签中储存的信息，可实现物体的定位、识别和跟踪，整个过程不需要人工的干预。作为新兴的自动化识别技术，如今已经广泛应用于商业、交通、物流等多个领域。在仓储管理系统中引入 RFID 技术，可以很好地解决数据采集的瓶颈。通过 RFID 中间件、无线局域网与仓储管理系统实现无缝接入，数据及时推送，信息共享，使整个仓储管理系统数据得到透明

传输。

## 1.2 国内外研究现状分析

从全球范围来看, RFID 技术在各个领域得到了广泛应用, 如: 仓储管理, 门禁识别、食品安全、交通运输等。在美国政府的积极推动下, 美国在 RFID 软硬件的开发、标准的建立、产品推广方面都走在世界前列。欧洲、日本、韩国等紧随其后, 也在 RFID 领域进行大量研究, 形成了一系列成熟的 RFID 产品、规范和解决方案, 并在政府部门率先采用 RFID 技术, 以提高政府的管理效率和服务水平。在硬件层面, 飞利浦、西门子等硬件设备厂商都推出了自己的 RFID 芯片; 在软件层面, 各大软件厂商, 包括微软、IBM、Oracle、SAP 都推出了 RFID 中间件产品和技术架构方案; 在标准层面, 目前主要有两大 RFID 标准, 一种是以美国 EPC(Electronic Product Code)环球协会提出的 EPC 电子编码体系, 另一种是由日本 UID(Ubiquitous ID)中心提出的 UID 标准体系, 这两大体系都致力于 RFID 技术的广泛运用与发展<sup>[1]</sup>。根据网舟咨询的市场分析, 2011 到 2013 年全球 RFID 市场规模将平稳增长, 每年达到 10% 以上, 国外 RFID 行业呈现加速发展的趋势。

在我国, RFID 技术起步较晚, 还没有形成完整的 RFID 产业链。但是, RFID 近几年在国内的快速发展, 已经在各个行业得到了广泛应用, 比较典型案例有: 全国铁路车号识别系统、航空行李处理系统、城市一卡通应用、二代身份证识别、上海世博会门票等。据赛迪顾问调查显示, 2011 年, 在国内物联网应用广泛推动的带动下, 中国 RFID 市场持续大幅增长。2011 年 RFID 市场规模达到了 157.1 亿元, 同比增长 49.2%。中国 RFID 产业迎来了难得的发展机遇, 已成为全球第 3 大市场。而从 RFID 的不同频段技术(低频、高频、超高频和微波)分析。我国低频和高频段 RFID 技术相对成熟, 超高频和微波频段产业链与国外技术有一定差距, 超高频、微波 RFID 领域还没有形成整体产业能力, 但发展迅速。2007-2011 年中国 RFID 市场规模与增长如图 1-1 所示<sup>[2]</sup>。



图 1-1: 2007-2011 年中国 RFID 市场规模与增长

## 1.3 主要工作与章节安排

### 1.3.1 主要工作

本文主要从以下几个方面进行研究：

- 1、研究 RFID 技术国内外发展现状，提出在仓储管理系统中引入 RFID 技术理论上的可行性和必要性。
- 2、对 RFID 技术的 EPC (Electronic Product Code) 编码标准、硬件基础层、中间件以及消息服务机制进行研究。
- 3、对基于 RFID 技术的仓储管理系统整体架构进行分析和设计，包括 RFID 硬件基础层、中间件层、仓储管理系统层以及数据库层。
- 4、采用 B/S 架构，JSP 技术和 MySQL 数据库对基于 RFID 的仓储管理系统进行编码实现。
- 5、对后续遗留问题的总结，并对系统应用做出展望。

### 1.3.2 章节安排

本文分为六章，具体内容安排如下：

第一章 绪论，讲述本文的研究背景及意义，国内外的研究现状分析，以及

本文的主要工作和章节安排。

第二章 从 RFID 的工作原理入手,介绍了 RFID 系统构成的各个要素及其功能特点,阐述了 RFID 编码体系,对 EPC 编码与物联网架构模式进行分析。

第三章 介绍了仓储管理系统的概念,对传统仓储管理系统的问题进行分析,提出了基于 RFID 技术的仓储管理系统流程优化,包括入库、盘点和出库流程的优化。

第四章 系统需求分析,阐述了系统功能需求和非功能需求,并用 UML 进行需求建模,采用用例图和活动图对需求进行描述,为后续的系统设计实现提供依据。

第五章 系统设计实现,在需求分析基础上对系统进行总体和详细设计。其中,包括硬件层、软件层和网络拓扑结构的设计、数据库设计和系统功能模块的设计。

第六章 对本文研究进行总结,指出其中不足之处,并对下一步研究指明方向。

## 第二章 RFID 技术概述

### 2.1 RFID 工作原理

射频识别即 RFID (Radio Frequency Identification) 技术, 又称电子标签、无线射频识别, 是一种非接触式自动识别技术, 可通过无线电信号识别特定目标并读写相关数据。从概念上来讲, RFID 类似于条码扫描, 对于条码技术而言, 它是将已编码的条形码附着于目标物并使用专用的扫描读写器利用光信号将信息由条形码传送到扫描读写器; 而 RFID 则使用专用的 RFID 读写器及专门的可附着于目标物的 RFID 标签, 利用频率信号将信息由 RFID 标签传送到 RFID 读写器。

RFID 系统通常由电子标签(Tag)、阅读器(Reader)和天线(Antenna)三部分组成。其工作原理是: 当附着 RFID 标签的物体进入识别区域后, 读写器发出射频信号, RFID 标签接收到射频信号后, 发送存储在芯片中特定格式的信息给读写器, 读写器读取信息并解码, 将信息发送到后台管理系统进行处理。RFID 系统工作原理如图 2-1 所示。

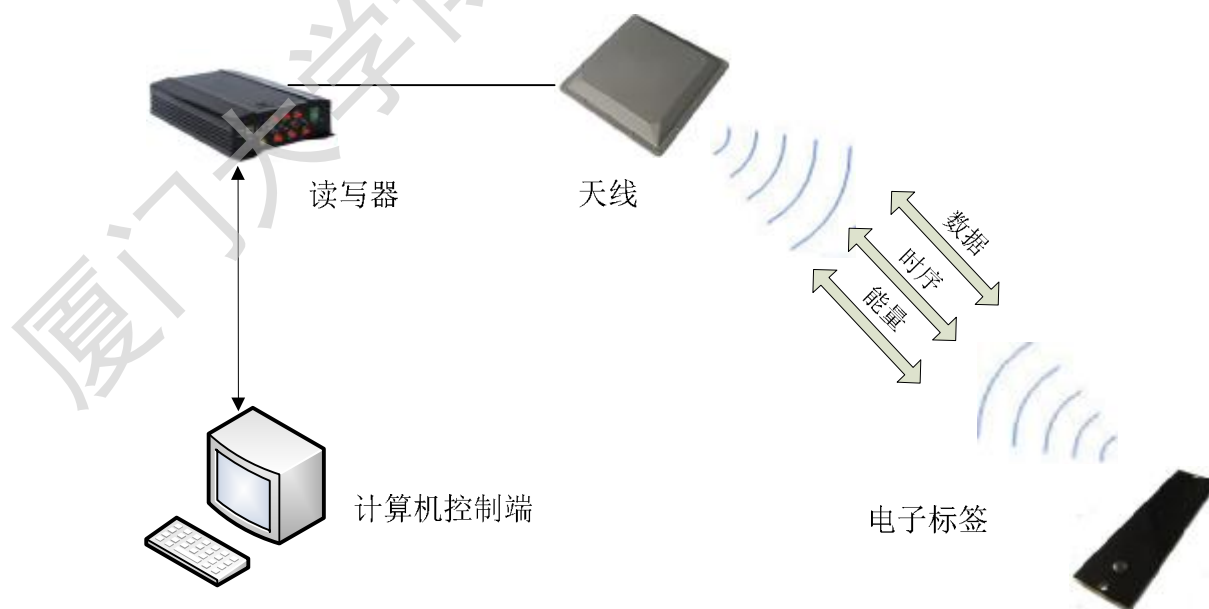


图 2-1: RFID 系统工作原理

## 2.2 RFID 系统构成

### 2.2.1 RFID 标签

RFID 标签由耦合元件及芯片组成，每个标签具有唯一的电子编码，附着在物体上标识目标对象，可以透过无线电波与读取器之间互相传递资讯，用来回应识别资料给读取器，整个过程无须人工干预。

RFID 标签中的芯片存储一定格式的数据信息，按照不同分类方式，主要有以下类别：

#### 1、按 RFID 标签供电形式划分

依据 RFID 标签工作所需能量的供给方式的不同，可分为无源标签（也叫被动标签）、有源标签（也叫主动标签）和半有源标签。无源标签本身没有电源，通过线圈与读写器之间的电磁感应供电，使用寿命较长，但信号较弱，传输距离短。有源标签使用内部自带电池供电，传输距离较长，可靠性高，但使用寿命受到电池的限制。半有源标签也自带电池，但是此电池只起到激活系统的作用，标签一旦被阅读器激活，即无需标签内的电池供电，进入无源标签工作模式。

#### 2、按 RFID 标签读写性能划分

根据内部使用存储器类型的不同，RFID 标签可以分成只读标签与可读可写标签。只读标签内部只有只读存储器 ROM (READ ONLY MEMORY)。ROM 中存储有标签的标识信息。这些信息可以在标签制造过程中由制造商写入 ROM 中，也可以在标签开始使用时由使用者根据特定的应用目的写入特殊的编码信息。可读可写标签内部的存储器除了 ROM、缓冲存储器之外，可能有 RAM (RANDOM ACCESS MEMORY)，用于存储标签反应和数据传输过程中临时产生的数据。

#### 3、按 RFID 标签频率划分

按照工作频率的不同，RFID 标签可以分为低频 (LF)、高频 (HF)、超高频 (UHF) 和微波等不同种类。低频标签，其工作频率范围为 30kHz~300kHz。典型工作频率有 125kHz 和 133kHz。其具有标签成本较低、阅读距离较短、阅读天线方向性不强、外形多样化等特点，主要应用于电子防盗和各种识别系统。中高频标签的工作频率一般为 3MHz~30MHz。典型工作频率为 13.56MHz。其与阅读器的距离一般小于 1 米，采用无源方式，其工作能量同低频标签一样，也是通过

电磁感应耦合方式从阅读器耦合线圈的辐射近场中获得，主要应用于电子身份证、电子车票等。超高频与微波电子标签，典型工作频率为：433.92MHz，862(902)~928MHz，2.45GHz，5.8GHz。典型特点主要集中在是否无源、无线读写距离、是否支持多标签读写、是否适合高速识别应用，读写器的发射功率容限，电子标签机读写器的价格等方面。主要应用场合有医疗科研、仓储物流系统、移动车辆识别等。

#### 4、按 RFID 标签信息注入方式划分

按 RFID 标签信息注入方式的不同，可以将其分为集成电路固化式、现场有线改写式和现场无线改写式三大类。集成电路固化式电子标签类的信息一般是在集成电路生产时即将信息以 ROM 工艺模式注入，其保存的信息是一成不变的。现场有线改写式电子标签一般将电子标签保存的信息写入其内部的 E2 存储区中，改写时需要专用的编程器或写入器，改写过程中必须为其供电。现场无线改写式电子标签一般适用于有源类电子标签，具有特定的改写指令，电子标签内保存的信息也位于其中的 E2 存储区。一般情况下，改写电子标签数据所需时间远大于读取电子标签数据所需时间。通常，改写所需时间为秒级，阅读时间为毫秒级。

### 2.2.2 阅读器

阅读器是指读取或写入 RFID 标签信息的设备，其通过天线与 RFID 电子标签进行无线通信，从而实现对标签识别码和内存数据的读出或写入操作。典型的 RFID 读写器包含有 RFID 射频模块（发送器和接收器）、控制单元以及阅读器天线。阅读器天线负责发送数据信号给标签，同时接收标签发送过来的数据信号。另外，阅读器还提供复杂信号状态控制、奇偶错误校验与更正功能等。阅读器和 RFID 标签之间通过一定的协议进行信息的校验控制，有效防止欺骗问题的产生。

从具体的电路实现角度来说，阅读器可划分为射频模块和基带模块两大部分。射频模块的主要任务是将阅读器欲发往射频标签的命令调制成符合射频标签的工作频率的射频信号，由发射天线将该信号发射出去。另外，射频模块还要对 RFID 标签返回的信号进行解调处理，并提取出标签中的数据信息。基带模块的主要任务是将阅读器计算控制单元 CPU 或 MPU 发出的命令编码为便于调制到射



Degree papers are in the "[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)". Full texts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to [etd@xmu.edu.cn](mailto:etd@xmu.edu.cn) for delivery details.

厦门大学博硕士论文摘要库